

# BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-275119

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 7/01

H 0 4 N 7/01

J

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平7-100691

(22) 出願日

平成7年(1995)3月31日

(71) 出願人

000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者

近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72) 発明者

藤森 泰弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人

弁理士 田辺 恵基

(54) 【発明の名称】 信号変換装置及び信号変換方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、信号変換装置及び信号変換方法に関し、入力画像信号の多様な信号特性に適切に対応したクラス分類によつて高解像度の画像信号を得る。

【構成】 入力画像信号 ( $S_1$ ) をADRCクラス分類部 (21) 及びアダマール変換クラス分類部 (22) においてクラス分類して2つのクラス分類結果 ( $c_0$ ,  $c_1$ ) をもとにクラス ( $d_0$ ) を生成し、当該クラス ( $d_0$ ) に対応させて予め設定してある予測データ ( $d_1$ ) を読み出し、これを用いて入力画像信号 ( $S_1$ ) の補間画素を得る。

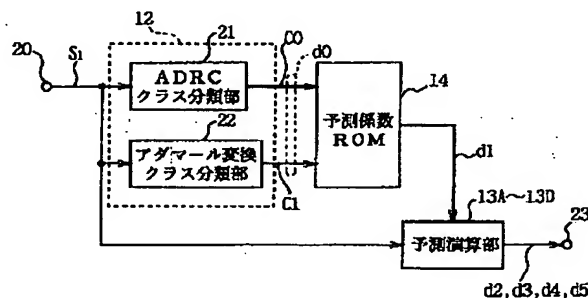


図2 クラス分類適応処理

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】低解像度の入力画像信号を高解像度の画像信号に変換する信号変換装置において、

上記入力画像信号の時空間領域でのレベル分布パターンに応じて上記入力画像信号をクラス分類する第1のクラス分類手段と上記入力画像信号の周波数特性に応じて上記入力画像信号をクラス分類する第2のクラス分類手段とを有し、上記入力画像信号を各クラス分類手段毎にクラス分類し、各クラス分類手段の出力を組み合わせたクラスを出力するクラス分類部と、

上記入力画像信号の補間画素を生成するために上記クラス分類部のクラス分類結果に基づいて予め設定された予測係数を上記クラス毎に対応付けして記憶する予測係数記憶手段と、

上記入力画像信号に対して上記予測係数を用いた予測演算を施し、上記補間画素を生成する予測演算部とを具備することを特徴とする信号変換装置。

【請求項2】低解像度の入力画像信号を高解像度の画像信号に変換する信号変換装置において、

上記入力画像信号の時空間領域でのレベル分布パターンに応じて上記入力画像信号をクラス分類する第1のクラス分類手段と上記入力画像信号の周波数特性に応じて上記入力画像信号をクラス分類する第2のクラス分類手段とを有し、上記入力画像信号を各クラス分類手段毎にクラス分類し、各クラス分類手段の出力を組み合わせたクラスを出力するクラス分類部と、

上記入力画像信号の補間画素として上記クラス分類部のクラス分類結果に基づいて予め設定した予測値を上記クラス毎に対応付けして記憶する予測係数記憶手段とを具備し、上記クラスに応じて読み出した上記予測値を用いて上記入力画像信号の信号画素を補間して高解像度の画像信号を生成することを特徴とする信号変換装置。

【請求項3】低解像度の入力画像信号を高解像度の画像信号に変換する信号変換方法において、

上記入力画像信号を時空間領域でのレベル分布パターンに応じてクラス分類すると共に、上記入力画像信号の周波数特性に応じてクラス分類し、各上記クラス分類法に応じた複数のクラスに分類するクラス分類ステップと、各上記クラスを組み合わせたクラスを生成して出力するステップと、

上記クラスに対応して上記クラス分類ステップによつて予め設定された上記入力画像信号の補間画素の予測係数を読み出すステップと、

上記入力画像信号に対して上記予測係数を用いて予測演算を実行し、上記入力画像信号の信号画素の補間画素を生成して上記入力画像信号を高解像度の画像信号に信号変換するステップとを具備することを特徴とする信号変換方法。

【請求項4】低解像度の入力画像信号を高解像度の画像信号に変換する信号変換方法において、

上記入力画像信号を時空間領域でのレベル分布パターンに応じてクラス分類すると共に、上記入力画像信号の周波数特性に応じてクラス分類し、各上記クラス分類法に応じた複数のクラスに分類するクラス分類ステップと、各上記クラスを組み合わせたクラスを生成して出力するステップと、

上記クラスに対応して上記クラス分類ステップによつて予め設定された上記入力画像信号の補間画素の予測値を読み出し、上記入力画像信号の信号画素を補間して上記入力画像信号を高解像度の画像信号に信号変換するステップとを具備することを特徴とする信号変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

産業上の利用分野

従来の技術（図10～図12）

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段（図1～図9）

作用

20 実施例（図1～図9）

発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明は信号変換装置及び信号変換方法に関し、例えばNTSC等の標準解像度信号（SD：Standard Definition）をハイビジョン等の高解像度信号（HD：High Definition）に変換するアップコンバータに適用して好適なものである。

【0003】

30 【従来の技術】従来、この種のアップコンバータにおいては、SD画像信号に対して周波数補間処理を施すことにより、画素数を増やしてHD画像信号を形成している。例えば図10に示すように、HD画像の走査線1上で大きな「○」印及び大きな「△」印でなるSD画像信号に対して水平及び垂直方向にそれぞれ2倍の周波数補間を施すことにより、小さな「○」印及び小さな「△」印でなるHD画像信号を生成する。

40 【0004】アップコンバータによる補間例としては、SD画像信号のフィールドデータから、4種類の位置のHD画素を生成する方法がある。例えば図中の「◎」印のSD画素に注目すると、その近傍の4種類mode1,mode2,mode3及びmode4の位置のHD画素を補間により生成する。このとき用いる補間フィルタとしては、図11に示す空間内2次元ノンセパラブルフィルタ2や、図12に示す水平／垂直セパラブルフィルタ3がある。

50 【0005】2次元ノンセパラブルフィルタ2は4種類の位置のHD画素mode1,mode2,mode3及びmode4それぞれに対して2次元フィルタ4A～4Dによつて独立に補間処理を実行し、各補間結果を選択部5において直列化しHD画像信号を得る。水平／垂直セパラブルフィルタ3は垂直補間フィルタ6Aによりmode1及びmode3用の

処理を実行し、垂直補間フィルタ6Bによりmode2及びmode4用の処理を実行してHD画像信号の2本の走査線データを形成する。次に各走査線に対して水平フィルタ7A及び7Bを用いて4種類の位置のHD画素を補間して選択部8において直列化することによりHD画像信号を生成する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで上述したような従来のアップコンバータでは補間フィルタとして理想フィルタを使用した場合でも、画素数は増えるものの空間解像度はSD画像信号と変わらない。また実際には理想フィルタを用いることはできないため、SD画像信号より解像度の低下したHD画像信号を生成することしかできないという問題がある。

【0007】このような問題を解決する方法として、入力SD画像信号の特徴に基づいてSD画像信号をいくつかのクラスに分類し、予め学習により生成されたクラス毎の予測データでなる予測係数を用いて高解像度のHD画像信号を生成するクラス分類適応処理方法が提案されている（特開平5-328185号公報参照）。

【0008】ところがクラス分類適応処理法を用いてHD画像信号を生成する場合、学習によつて予測係数を生成するときに入力SD画像信号の特徴に応じて適切なクラス分類が行なわれないとHD画像信号の予測精度が低下するという問題があった。すなわちクラス分類の能力が十分でないと、本来、別のクラスに分かれるべきHD画像信号が同じクラスに分類される。このため学習により得られる予測係数は、性質の異なるHD画像信号の平均値を予測することになり、その結果、解像度復元能力が低下するという問題があった。

【0009】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、入力信号の特徴に応じた適切なクラス分類のできる信号変換装置及び信号変換方法を提案しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、低解像度の入力画像信号を高解像度の画像信号に変換する信号変換装置において、入力画像信号の時空間領域でのレベル分布パターンに応じて入力画像信号をクラス分類する第1のクラス分類手段と入力画像信号の周波数特性に応じて入力画像信号をクラス分類する第2のクラス分類手段とを有し、入力画像信号を各クラス分類手段毎にクラス分類し、各クラス分類手段の出力を組み合わせたクラスを出力するクラス分類部と、予め設定された入力画像信号の補間画素の予測係数をクラス毎に対応付けして記憶する予測係数記憶手段と、入力画像信号に対して予測係数を用いた予測演算を施し、補間画素を生成する予測演算部とを備える。

【0011】

【作用】第1のクラス分類手段のクラスと第2のクラス

分類手段の出力を組み合わせたクラスをもとにして新たにクラスを生成し、当該クラスに対応させて予め設定しておいた予測データを読み出して入力画像信号の補間画素を得る。入力画像信号の特徴に応じた適切なクラス分けができることを記載すること。

【0012】

【実施例】以下図面について本発明の一実施例を詳述する。

【0013】図1に示す10は全体としてクラス分類適応処理を適用してSD画像信号からHD画像信号を生成する2次元ノンセパラブルフィルタによるアップコンバータを示す。このアップコンバータ10に入力端11を通じて入力されるSD画像信号S<sub>1</sub>は、クラス分類部12及び予測演算部13に並列に送出される。クラス分類部12では新たに生成するHD画像信号の周辺のSD画像信号S<sub>1</sub>の特徴に基づいてクラスデータd0を生成する。クラスd0は記憶手段である予測係数ROM(Read Only Memory)14にアドレスデータとして送出される。

【0014】予測係数ROM14には、予め学習により求められたクラス毎の予測係数がクラスd0に対応して格納されている。予測係数ROM14ではクラスd0をアドレスデータとして予測データd1を読み出して予測演算部13に送出する。予測演算部13は、SD画像信号S<sub>1</sub>に対して予測データd1を用いた所定の予測演算を実行することによりHD画像信号S<sub>2</sub>に変換して出力端16より送出する。

【0015】アップコンバータ10の予測演算部13は4つの予測演算部13A～13Dから形成され、各演算部においてそれぞれ走査線1上の4種類の位置mode1、mode2、mode3及びmode4に対応するHD画素d2、d3、d4及びd5を生成する。各予測演算部13A～13DではそれぞれSD画像信号S<sub>1</sub>に対して予測データd1を用いた積和演算を実行する。各予測演算部13A～13Dにおいて生成された各HD画素d2、d3、d4及びd5は選択部15に送出される。選択部15では各HD画素d2、d3、d4及びd5をバッファメモリ（図示せず）を用いて所望の時系列に並び替えて出力端16からHD画像信号S<sub>2</sub>として出力する。

【0016】図2に示すようにクラス分類部12では、入力端20を通じて入力されるSD画像信号S<sub>1</sub>がADRCクラス分類部21及びアダマール変換クラス分類部22に並列に送出される。ADRCクラス分類部21及びアダマール変換クラス分類部22はそれぞれクラスc0及びc1を生成し、後段の予測係数ROM14に送出する。予測係数ROM14では図3に示すように、ADRCクラスc0と周波数クラスc1と独立した2種類のクラスを組み合わせることで新たにクラスd0を生成し、このクラスd0に基づいて予測係数ROM14に予め格納されている予測データd1を読み出す。

【0017】クラス分類部12では、図4に示すような

入力SD画像信号 $S_1$ （図中◎で示す）に対してクラス生成タツブ（図中○で示す）でなる7画素を入力SD画像信号 $S_1$ のクラス生成タツブとしてサンプリングする。これらの7画素を用いて入力信号の波形特性に応じてクラスを生成する。

【0018】ADRCクラス分類部2-1では、上述した7画素分のPCMデータに対してADRCにより再量子化によるデータ圧縮処理を施してクラス数を削減する。すなわち7画素のデータから定義されるダイナミックレンジDRに基づいて7画素の最小値を除去し、各画素の10画素レベルを適応的に1ビット量子化することによつて\*

$$c_i = \frac{x_i - MIN}{\frac{DR}{2^k}}$$

によつて表される。このようにして入力SD画像信号 $S_1$ に対して（1）式で定義されるADRCコード $c_i$ を用いてADRCクラス $c_0$ が生成される。このようにして得られるADRCクラス $c_0$ は時空間領域に属するもので、表現される画素の状態は有限クラス数では注目画素20近傍の信号変化に重点を置いたものとなる。

【0020】一方、アダマール変換クラス分類部2-2ではアダマール変換により周波数特性によるクラス分類を実行する。アダマール変換は互いに直交する複数の直交※ $Y = HX$

$$\text{但し、} H = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{bmatrix}$$

..... (2)

によつて表される。この（2）式のアダマール変換行列Hの係数から分かるようにアダマール変換は加減算のみで出力が得られるため回路の負担が小さい。

【0022】4次アダマール変換ではアダマール変換行列Hの中に4つのアダマール基底が存在する。各基底は互いに直交しており、いくつかの周波数成分への分離が可能となる。アダマール基底と入力信号との演算により、4個のアダマール成分 $y_1 \sim y_4$ が得られる。4個のアダマール成分 $y_1 \sim y_4$ は次段の予測係数ROM14に送られる。このアダマール変換クラス分類部2-2より得られる周波数クラス $c_1$ は入力SD画像信号 $S_1$ の比較的広い範囲に亘る信号特性を把握して画素に反映する。

【0023】クラス分類部1-2は図3に示すように、A 50

\* クラス数を128クラスに削減する。ADRCはVTR(Video Tape Recorder)用信号圧縮方式として開発されたものであるが、少ないクラス数で入力信号の波形特性を表現するのに適している。

【0019】ADRCによるデータ圧縮処理は再量子化として定義される量子化ステップ幅により、画素を再量子化するものである。再量子化により得られるADRCコード $c_i$ はダイナミックレンジDR、再量子化ビット数 $k$ 、SD画素 $x_i$ 、及びその近傍領域内の最小画素レベルMINとを用いて次式

【数1】

..... (1)

※変換基底より構成される直交変換である。このアダマール変換によつて入力SD画像信号 $S_1$ に対して直交変換を施し、入力SD画像信号 $S_1$ を互いに独立で無相関な複数の直交変換成分に分離する。

【0021】すなわちアダマール変換クラス分類部2-2では1次元の入力SD画像信号 $S_1$ に対して4次アダマール変換を施す。4次アダマール変換は入力データ $X$ 、アダマール変換行列 $H$ 、出力 $Y$ として次式

【数2】

DRCクラス $c_0$ 及び周波数クラス $c_1$ の2種類のクラス分類結果を用いて特定クラス $d_0$ を生成する。このように1つの入力SD画像信号 $S_1$ に対して2種類のクラス分類法を組み合わせたクラス分類を実行することにより、1種類だけのクラス分類に比して、より広範囲の信号特性に対応したクラス分類ができる。

【0024】クラス分類部1-2より出力されるクラス $d_0$ は予測係数ROM14に送出される。予測係数ROM14はクラス $d_0$ をROMのアドレスとして予測データ $d_1$ を読み出して予測演算部13に送出する。予測演算部13A～13Dでは予測データ $d_1$ を用いて入力SD画像信号 $S_1$ に対して予測演算を実行する。この結果、各予測演算部13A～13DにおいてHD画像上の位置mode1～mode4に相当するHD補間画素の推定画素 $y'$ がそれぞれ

れ生成される。

【0025】予測演算部13A~13Dにおいて生成される推定画素 $y'$ は図5に示すように入力SD画像信号 $S_1$ による注目画素(図中◎で示す)及び周辺画素(図\*

$$y' = \sum_{i=1}^{13} w_i \times x_i = w_1 \times x_1 + \dots + w_{13} \times x_{13} \quad \dots (3)$$

を用いて生成する。

【0026】ここで用いられる予測係数 $w_i$ は予め学習によつて求められ、予測係数ROM13に格納されている。

【0027】予測係数の学習は實際上、図6に示す予測係数学習回路30によつて実行される。すなわちHD画像信号 $S_1$ を間引きフィルタ31によつてSD画像信号 $S_2$ に変換してクラス分類部12と同様の構成でなるクラス分類部32に送出する。クラス分類部32はSD画像信号 $S_2$ を用いてクラス分類処理を実行し、各クラス分類法毎にそれぞれ得られるクラス $c0$ 及び $c1$ に基づいてクラス $d0$ を設定する。

【0028】一方、予測係数算出回路33は、各クラス毎に対応したHD補間画素の予測データ $d1$ を入力HD画像信号 $S_1$ から得られるHD画素及びSD画素でなる一組の学習データを用いて算出する。具体的には上述した学習データから予測データでなる予測係数を用いて線形一次結合モデルをたて、最小自乗法を用いて予測係数を求める。これにより、予測係数ROM14にはクラス $d0$ に対応付けられた予測データ $d1$ が登録される。

【0029】次に予測係数ROM14に格納する予測式(3)式の予測係数の学習について、具体的な算出方法を図7に示す予測係数学習手順にそつて説明する。すなわち予測係数学習手順はステップSP1で開始されると、先ずステップSP2において予測係数を学習するために、既に知られている画像に対応した学習データを生成する。

【0030】具体的には、図10に示すHD画像において、HD画素をHD注目画素として、このHD注目画素を周辺のHD画素及びSD画素でなる一組の学習データ\*

$$y = \sum_{i=1}^n w_i \times x_i \quad \dots (4)$$

に示す。この(4)式における予測係数 $w_1, \dots, w_n$ を求めることにより、画素レベル $y$ を推定する。

【0033】次に予測係数 $w_1, \dots, w_n$ を最小自乗法により生成する例を示す。最小自乗法は次のように適

\* 中○で示す)でなる13個のタツプデータ $x_i$ と、予測係数ROM14からクラス $C0$ に応じて読み出された予測データ $d1$ でなる予測係数 $w_i$ を用いて次の予測式【数3】

※によつて予測係数を用いた線形一次結合モデルによつて表す。このとき用いた予測係数を各クラス毎に最小自乗法を用いて求める。なお、このように学習データを生成する際に、1つの画像のみを用いるのではなく複数の画像を用いて多数の学習データを生成すれば、より正確な予測係数を得ることができる。

【0031】ステップSP3では、ステップSP2で生成した学習データの数が予測係数を得るのに必要なだけ生成されたか否か判定する。ここで学習データ数が必要数に満たないと判定された場合には予測係数学習手順はステップSP4に移る。ステップSP4では、クラス学習データをクラス分類する。クラス分類は先ず、初めに学習サンプリングデータの局所的な平坦度を検出し、当該検出結果に応じてクラス分類に用いる画素を選択する。これにより入力信号の変化の小さいものを学習対象から除外してノイズの影響を排除することができる。このクラス学習データのクラス分類は入力SD画像信号 $S_1$ をクラス分類する場合と同様の処理を実行することによつてなされる。

【0032】続いて予測係数学習手順はステップSP5において、クラス分類された学習データに基づき、各クラス毎に正規化方程式を形成する。ステップSP5での処理を具体的に説明する。ここでは一般化するために学習データとして $n$ 個のサンプリング画素が存在する場合について述べる。先ず各サンプリング画素の画素レベル $x_1, \dots, x_n$ と注目補間画素のサブサンプル以前の画素レベル $y$ の関係を、クラス毎に予測係数 $w_1, \dots, w_n$ による $n$ タツプの線型一次結合モデルによる予測式で表す。この予測式を次式

【数4】

用される。一般化した例として、 $X$ を入力データ、 $W$ を予測係数、 $Y$ を推定値として次の観測方程式を考える。

【数5】

$$XW=Y$$

$$\text{但し、} X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_n \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_m \end{bmatrix}$$

..... (5)

この(5)式の観測方程式により収集されたデータに対して最小自乗法を適用する。(5)式の例においては、 $n=13$ 、 $m$ が学習データ数となる。

\*【0034】先ず、(5)式の観測方程式をもとに、次の残差方程式を考える。

\*【数6】

$$XW=Y+E$$

$$\text{但し、} E = \begin{bmatrix} e_1 \\ \cdots \\ e_m \end{bmatrix} \quad \text{..... (6)}$$

(5)式の残差方程式から、各 $w_i$ の最確値は次式 ※ ※【数7】

$$\sum_{i=1}^m e_i^2 \quad \text{..... (7)}$$

を最小にする条件が成り立つ場合と考えられる。すなわち ★【数8】

ち(7)式の $w_i$ による偏微分が次式 ★

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_1} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_1} + \cdots + e_m \frac{\partial e_m}{\partial w_1} = 0$$

$$(i=1, 2, \cdots, n) \quad \text{..... (8)}$$

のときに、この(8)式の $i$ に基づく $n$ 個の条件を考え、これを満たす $w_1, w_2, \cdots, w_n$ を算出すれば ☆

☆良い。そこで残差方程式(8)式から次式が得られる。

【数9】

$$\frac{\partial e_1}{\partial w_1} = x_{11}, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_2} = x_{12}, \quad \cdots, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_n} = x_{1n}$$

$$(i=1, 2, \cdots, n) \quad \text{..... (9)}$$

この(9)式と(8)式とにより次式

◆ ◆【数10】

$$\sum_{i=1}^m e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^m e_i x_{i2} = 0, \quad \cdots, \quad \sum_{i=1}^m e_i x_{in} = 0$$

..... (10)

が得られる。そして(6)式及び(10)式から次に示す正規方程式が得られる。

【数11】

$$\begin{aligned}
 & \left( \sum_{j=1}^n x_{j1} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^n x_{j1} x_{j2} \right) w_2 + \cdots \\
 & + \left( \sum_{j=1}^n x_{j1} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^n x_{j1} y_j \right) \\
 & \left( \sum_{j=1}^n x_{j2} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^n x_{j2} x_{j2} \right) w_2 + \cdots \\
 & + \left( \sum_{j=1}^n x_{j2} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^n x_{j2} y_j \right) \cdots (11) \\
 & \vdots \\
 & \left( \sum_{j=1}^n x_{jn} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^n x_{jn} x_{j2} \right) w_2 + \cdots \\
 & + \left( \sum_{j=1}^n x_{jn} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^n x_{jn} y_j \right)
 \end{aligned}$$

(11) 式の正規方程式は、未知数の数  $n$  と同じ数の方程式を立てることが可能なので、これにより各  $w_i$  の最確値を求めることができる。この正規方程式は、掃き出し法 (Gauss-Jordan の消去法) を用いて解くことができる。

【0035】この予測係数算出処理手順では、各クラス毎に未定係数  $w_1, \dots, w_n$  を求めるために未知数の数  $n$  と同じ数の正規化方程式が形成されるまでステップ SP2-SP3-SP4-SP5-SP2 のループを繰り返す。

【0036】このようにして必要な数の正規化方程式が得られると、ステップ SP3 では学習データが終了したか否かの判定に対して肯定結果が得られ、処理はステップ SP6 の予測係数決定に移る。

【0037】ステップ SP6 では、(11) 式の正規化方程式を解いて各クラス毎の予測係数  $w_1, \dots, w_n$  を決定する。このようにして得られた予測係数を次のステップ SP7 でクラス毎にアドレス分割された ROM 等の記憶手段に登録する。以上の学習により、クラス分類適応処理の予測係数が生成され次のステップ SP8 で予測係数算出処理手順を終了する。

【0038】以上の構成において、アップコンバータ 10 の入力端 11 より SD 画像信号  $S_1$  が入力されると、SD 画像信号  $S_1$  はクラス分類部 12 及び予測係数演算部 13 に並列に送出される。クラス分類部 12 では SD 画像信号  $S_1$  に基づいてクラスデータ  $d_0$  を生成して予測係数 ROM 14 に送出する。予測係数 ROM 14 では予め学習によって求められている予測係数  $d_1$  をクラスデー

タ  $d_0$  に応じて読み出し、予測係数演算部 13 に送出する。

【0039】クラス分類部 12 には、入力端 20 を通じて入力される SD 画像信号  $S_1$  が ADRC クラス分類部 21 及びアダマール変換クラス分類部 22 に同時に送出される。ADRC クラス分類部 21 では入力 SD 画像信号  $S_1$  を ADRC によつてデータ圧縮して ADRC クラス  $c_0$  を生成する。一方、アダマール変換クラス分類部 22 では入力 SD 画像信号  $S_1$  をアダマール変換により互いに独立した複数の直交成分に分離して周波数クラス  $c_1$  を生成する。

【0040】クラス分類部 12 では ADRC クラス  $c_0$  及び周波数クラス  $c_1$  とを組み合わせるクラス  $d_0$  を生成して予測係数 ROM 14 に送出する。このようにして生成されたクラス  $d_0$  は ADRC クラス  $c_0$  及び周波数クラス  $c_1$  の 2 種類のクラス分類結果を合わせたものとなる。従つて、入力 SD 画像信号  $S_1$  は時空間領域の ADRC クラス  $d_0$  と周波数領域の周波数クラス  $d_1$  とを合わせたクラス分類特性を有することになる。これにより 1 種類のクラス分類だけを用いた場合に比して、より広い範囲の信号特性に対応することができる。つまり SD 画像信号  $S_1$  の特徴に応じた適切なクラス分けができるようになる。

【0041】予測係数演算部 13 では各予測演算部 13A~13D において入力端 11 から送出されてくる SD 画像信号  $S_1$  及び予測係数 ROM 14 から送出される予測データ  $d_1$  をもとにして走査線上の 4 つの位置 (mode1~mode4) に対応した HD 画像信号  $S_2$  を生成する。

【0042】以上の構成によれば、入力 SD 画像信号  $S$

、に対してADRCクラス分類及びアダマール変換クラス分類を施してその結果得られるADRCクラス $c_0$ 、周波数クラス $c_1$ の両方の特性を合わせたクラス $d_0$ を用いて対応する予測係数を選択できる。これにより1種類のクラス分類だけを用いた場合に比較して、より広範囲に入力信号特性に対応したクラス分類ができる。これにより入力SD画像信号 $S_1$ の多様な信号特性に対応した適切なクラス分類がなし得、HD画像信号を生成する際に用いる予測係数の精度を向上させて、空間解像度の向上したHD画像信号を得ることができる。

【0043】なお上述の実施例においては、入力画像信号をADRCクラス分類とアダマール変換クラス分類の独立した組み合わせによるクラスに基づいてクラス分類した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ADRCクラス分類とアダマール変換クラス分類とを従属的に組み合わせたクラスによつてクラス分類するようにしても良い。これにより、より精度の高いクラス分類がなし得る。

【0044】また上述の実施例においては、タプデータのデータ圧縮にADRCの手法を用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばDPCM (Differential Pulse Code Modulation) やVQ (Vector Quantization) の手法を用いてデータ圧縮しても良い。

【0045】さらに上述の実施例においては、周波数領域のクラス分類法としてアダマール変換クラス分類法を用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば直交変換手法として、フーリエ変換、カルーネレーベ変換、ハール変換、離散余弦変換(DCT)等の手法を用いても良い。

【0046】また上述の実施例においては、アツプコンバータとして2次元ノンセパラブルフィルタを用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図1との対応部分に同符号を付した、図8に示すような垂直/水平セパラブル構成でなるアツプコンバータ40を用いても良い。

【0047】アツプコンバータ40においては、まず、入力端41を通じて入力されたSD画像信号 $S_1$ がクラス分類部12と予測演算部43に供給される。予測演算部43は走査線の位置mode1、mode2に対応する垂直予測演算部43A及び水平予測演算部43Bと走査線の位置mode3、mode4に対応する垂直予測演算部43C及び水平予測演算部43Dの2種類に分かれる。クラス分類部12では入力SD画像信号 $S_1$ に応じたクラス $d_0$ が生成され、タプ予測係数を予め記憶している記憶手段である予測係数ROM44に送出する。予測係数ROM44はタプ予測係数の垂直成分と水平成分を記憶する垂直係数ROM44Aと水平係数ROM44Bとに分かれている。クラス $d_0$ は垂直係数ROM44Aと水平係数ROM44Bのそれぞれに供給される。

【0048】まず垂直係数ROM44Aより出力される

垂直予測係数 $d_6$ は垂直予測演算部43A及び43Cに供給される。入力SD画像信号 $S_1$ と垂直予測係数 $d_6$ による積和演算により垂直推定値 $d_7$ 、 $d_8$ が生成される。この垂直推定値 $d_7$ 、 $d_8$ は次段の水平予測演算部43B及び43Dに供給される。

【0049】水平係数ROM44Bより生成される水平予測係数 $d_9$ は水平予測演算部43B及び43Dに供給され、垂直推定値 $d_7$ 、 $d_8$ との積和演算によりHD画素 $d_{10}$ 、 $d_{11}$ 信号を得る。このHD画素 $d_{10}$ 、 $d_{11}$ 信号は選択的に伝送され、選択部15において適切に並び替えられ、出力端46より最終的な出力であるHD画像信号 $S_2$ として出力される。これにより上述した実施例と同様の効果が得られる。

【0050】また上述の実施例においては、HD注目画素と注目画素周辺の伝送画素との相関関係を表す予測係数を用いてSD画素から注目画素周辺のHD画素を生成した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、予測係数に代えて各クラス毎のHD注目画素の予測値を予め設定して記憶手段に格納するようにしても良い。予測値によるSD画像信号のHD画像信号への信号変換は、図1との対応部分に同符号を付した、図9に示すようなアツプコンバータ60を用いる。

【0051】このアツプコンバータ60には入力端61を通じてクラス分類部12にSD画像信号 $S_1$ が送出される。このクラス分類部12は、新たに生成するHD画像信号の周辺のSD画像信号 $S_1$ の特徴に基づいてクラス $d_0$ を生成して予測値ROM62A~62Dに送出する。予測値ROM62A~62Dには予め学習により求められた注目画素周辺のHD画素の予測値がクラス毎にクラス $d_0$ に対応して格納されている。予測値ROM62A~62Dはクラス $d_0$ をアドレスデータとして予測値 $d_0 \sim d_{23}$ を読み出し、選択部15を通じて出力端63よりHD画像信号 $S_2$ として出力する。

【0052】ここで予測値を求める第1の方法としては加重平均法を用いた学習法がある。加重平均法は、注目画素周辺のSD画素を用いて注目画素をクラス分類し、クラス毎に積算した注目画素(すなわちHD画素)の画素値を注目画素の個数に応じてインクリメントされた度数によつて割り算するといった処理を様々な画像に対して行うことにより予測値を求める。

【0053】さらに予測係数を求める第2の方法としては、正規化による学習法がある。この学習法は、まず注目画素を含む複数の画素からなるブロックを形成し、ブロック内のダイナミックレンジによつて注目画素の画素値からそのブロックの基準値を減算した値を正規化する。次にこの正規化された値の累積値を累積度数で割り算することにより予測値を得る。

【0054】また上述の実施例においては、SD画像信号をHD画像信号に信号変換した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、画像拡大する際の補間画素



を生成するのに用いても良い。

【0055】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、入力画像信号を時空間領域でのレベル分布パターンに応じた第1のクラス分類手段と入力画像信号の周波数特性に応じた第2のクラス分類手段によつてクラス分類した後、各クラス分類結果を組み合わせたクラスによつてクラス分類することによつて、1種類だけのクラス分類法に比して、より入力画像信号の特性に応じた適切なクラス分類がなされ、出力画像信号の解像度を向上した信号変換装置及び信号変換方法を実現し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】2次元ノンセパラブルフィルタで構成されるアップコンバータを示すブロック図である。

【図2】図1のクラス分類部、予測係数ROM及び予測演算部の説明に供するブロック図である。

【図3】クラス分類部から出力されるクラスの説明に供する図表である。

【図4】クラス生成のタツプパターンを示す略線図である。

【図5】学習データの予測タツプパターンを示す略線図である。

【図6】予測データの登録の説明に供するブロック図で\*

\*ある。

【図7】予測係数の学習手順を示すフローチャートである。

【図8】垂直/水平セパラブルフィルタによるアップコンバータを示すブロック図である。

【図9】予測値を用いて補間画素を生成するアップコンバータを示すブロック図である。

【図10】SD/H D画素の空間配置例を示す略線図である。

【図11】従来の2次元ノンセパラブルフィルタを示すブロック図である。

【図12】従来の垂直/水平セパラブルフィルタを示すブロック図である。

【符号の説明】

2、3……補間フィルタ、4A~4D……2次元フィルタ、5、8、15……選択部、6A、6B……垂直補間フィルタ、7A、7B……水平補間フィルタ、10、40、60……アップコンバータ、11、20、41、61……入力端、12、32……クラス分類部、13、43……予測演算部、14、44……予測係数ROM、16、23、46、63……出力端、21……ADRCクラス分類部、22……アダマール変換部クラス分類部。

【図1】

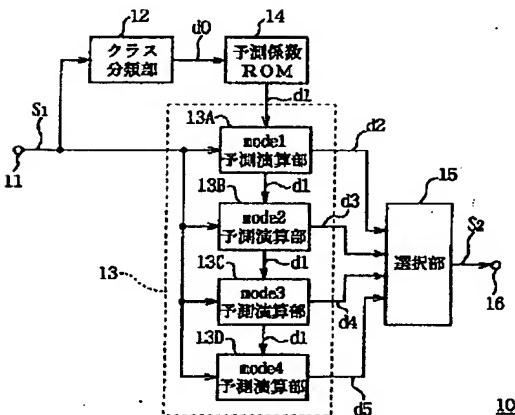


図1 アップコンバータの構成(1)

【図2】

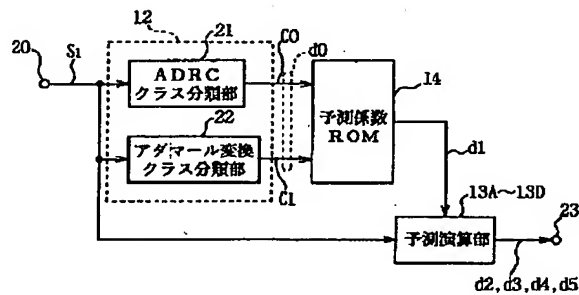


図2 クラス分類適応処理

【図6】

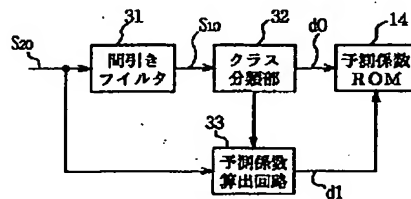
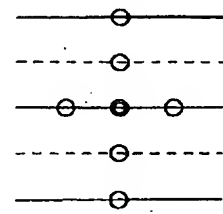


図6 予測係数学習回路

【図4】



●：注目SD画素  
○：SD画素

図4 クラスタップ配置例

【図3】

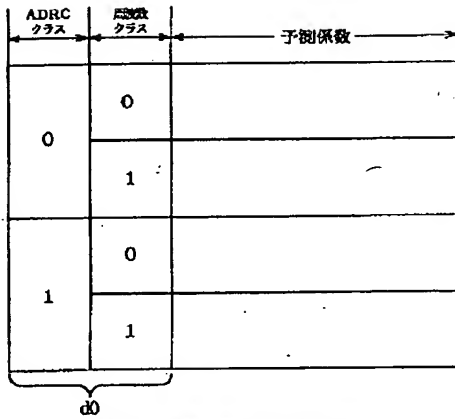


図3 予係数ROMの構造

【図5】

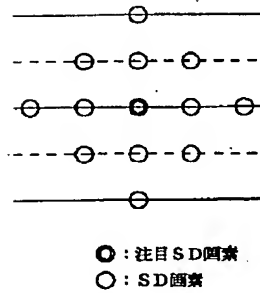


図5 予測タツプ配置例

【図7】

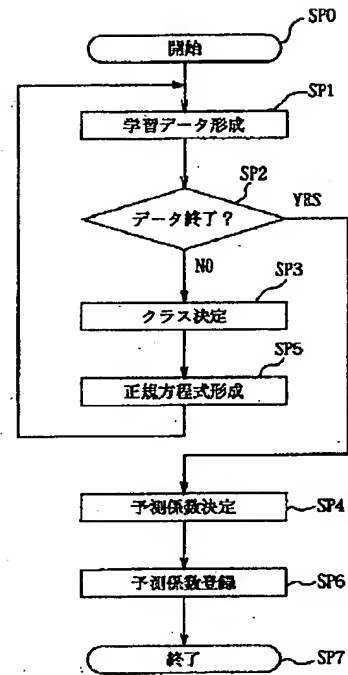


図7 予係数学習

【図8】

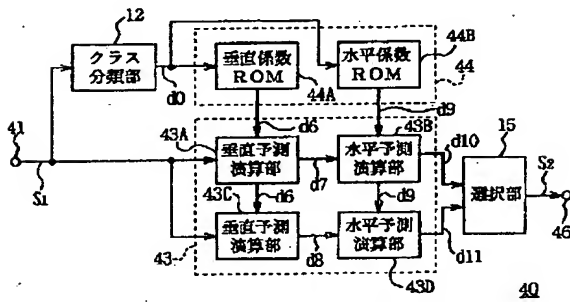


図8 アップコンバータの構成(2)

【図11】

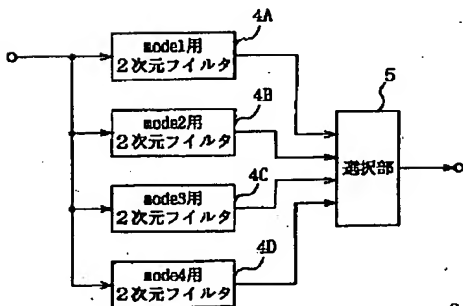


図11 2次元ノンセパラブル補間構成

【図9】

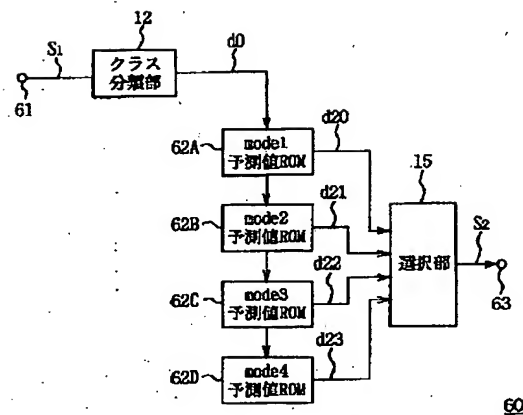
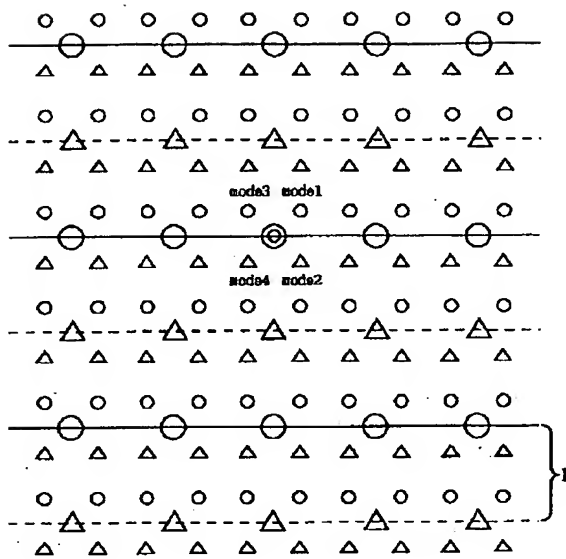


図9 アップコンバータの構成(3)

【図10】



- :SD画素(第1フィールド)  
 △:SD画素(第2フィールド)  
 ○:HD画素(第1フィールド)  
 △:HD画素(第2フィールド)

図10 SD/HD画素空間配置例

【図12】

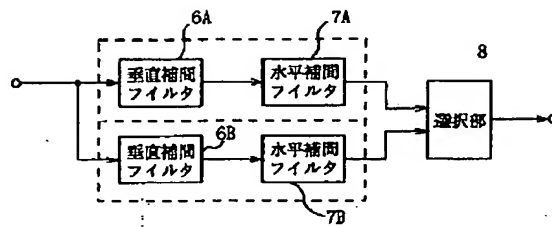


図12 垂直/水平セパブル補間構成

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-275119

(43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

H04N 7/01

(21)Application number : 07-100691

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 31.03.1995

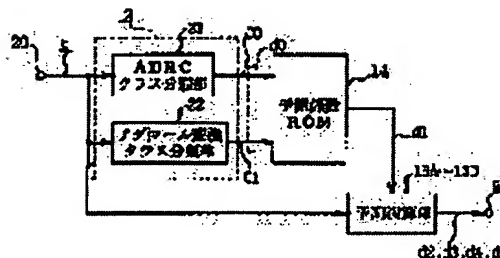
(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO  
FUJIMORI YASUHIRO

## (54) SIGNAL CONVERTER AND SIGNAL CONVERSION METHOD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an image signal with high resolution based on a classification corresponding properly to diversified signal characteristics of an input image signal with respect to the signal converter and the signal conversion method.

**CONSTITUTION:** An input image signal (S1) is classified by an ADRC classification section (21) and an Hadamard transformation classification (22) to generate (12) a class (d0) based on two classification results (c0, c1). Then prediction data (d1) preset corresponding to the class (d0) are read to obtain the interpolation picture elements for the input image signal (S1).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the signal converter which changes the input picture signal of a low resolution into the picture signal of high resolution It has the 2nd class classification means which carries out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the 1st class classification means which carries out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the level distribution pattern in the field between space-time of the above-mentioned input picture signal, and the frequency characteristics of the above-mentioned input picture signal. The class classification section which outputs the class which carried out the class classification of the above-mentioned input picture signal for every class classification means, and combined the output of each class classification means, A prediction coefficient storage means to match and memorize the prediction coefficient beforehand set up based on the class classification result of the above-mentioned class classification section in order to generate the interpolation pixel of the above-mentioned input picture signal for every above-mentioned class, The signal converter characterized by having the prediction operation part which performs the prediction operation using the above-mentioned prediction coefficient to the above-mentioned input picture signal, and generates the above-mentioned interpolation pixel.

[Claim 2] In the signal converter which changes the input picture signal of a low resolution into the picture signal of high resolution It has the 2nd class classification means which carries out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the 1st class classification means which carries out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the level distribution pattern in the field between space-time of the above-mentioned input picture signal, and the frequency characteristics of the above-mentioned input picture signal. The class classification section which outputs the class which carried out the class classification of the above-mentioned input picture signal for every class classification means, and combined the output of each class classification means, It has a prediction coefficient storage means to match and memorize the forecast beforehand set up based on the class classification result of the above-mentioned class classification section as a interpolation pixel of the above-mentioned input picture signal for every above-mentioned class. The signal converter characterized by interpolating the signal pixel of the above-mentioned input picture signal using the above-mentioned forecast read according to the above-mentioned class, and generating the picture signal of high resolution.

[Claim 3] In the signal transformation approach of changing the input picture signal of a low resolution into the picture signal of high resolution, while carrying out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the level distribution pattern in the field between space-time The class classification step classified into two or more classes which carried out the class classification according to the frequency characteristics of the above-mentioned input picture signal, and responded to each above-mentioned class classification, The step which generates and outputs the class which combined each above-mentioned class, The step which reads the prediction coefficient of the interpolation pixel of the above-mentioned input picture signal therefore beforehand set as the above-mentioned class classification step corresponding to the above-mentioned class, The signal transformation approach characterized

by having the step which performs a prediction operation using the above-mentioned prediction coefficient to the above-mentioned input picture signal, generates the interpolation pixel of the signal pixel of the above-mentioned input picture signal, and carries out signal transformation of the above-mentioned input picture signal to the picture signal of high resolution.

[Claim 4] In the signal transformation approach of changing the input picture signal of a low resolution into the picture signal of high resolution, while carrying out the class classification of the above-mentioned input picture signal according to the level distribution pattern in the field between space-time The class classification step classified into two or more classes which carried out the class classification according to the frequency characteristics of the above-mentioned input picture signal, and responded to each above-mentioned class classification, The step which generates and outputs the class which combined each above-mentioned class, The forecast of the interpolation pixel of the above-mentioned input picture signal therefore beforehand set as the above-mentioned class classification step corresponding to the above-mentioned class is read. The signal transformation approach characterized by having the step which interpolates the signal pixel of the above-mentioned input picture signal, and carries out signal transformation of the above-mentioned input picture signal to the picture signal of high resolution.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Table of Contents] This invention is explained in order of the following.

The technique of the Field of the Invention former ( drawing 10 - drawing 12 )

Technical-problem The means for solving a technical problem which invention tends to solve ( drawing 1 - drawing 9 )

Operation example ( drawing 1 - drawing 9 )

Effect-of-the-invention [0002]

[Industrial Application] This invention is applied to the up converter which changes standard resolution signals (SD:Standard Definition), such as NTSC, into high resolution signals (HD:High Definition), such as Hi-Vision, concerning a signal converter and the signal transformation approach, and is suitable.

[0003]

[Description of the Prior Art] Conventionally, by performing frequency interpolation processing to SD picture signal in this kind of up converter, the number of pixels is increased and HD picture signal is formed. For example, as shown in drawing 10 , level and HD picture signal which becomes by small "O" mark and small "\*\*" mark by performing twice as many frequency interpolation as this perpendicularly, respectively are generated to SD picture signal which becomes by big "O" mark and big "\*\*" mark on the scanning line 1 of HD image.

[0004] As an example of interpolation by the up converter, there is the approach of generating HD pixel of four kinds of locations from the field data of SD picture signal. For example, when SD pixel of "O" mark in drawing is observed, the near is mode1, mode2, and mode3 four kinds. And mode4 Interpolation generates HD pixel of a location. As an interpolation filter used at this time, there are a two-dimensional [ in space ] non separable filter 2 shown in drawing 11 and a horizontal/vertical separable filter 3 shown in drawing 12 .

[0005] two-dimensional non -- the separable filter 2 -- HD pixels mode1, mode2, and mode3 of four kinds of locations And mode4 It is alike, respectively, and it receives, interpolation processing is performed independently of the two-dimensional filters 4A-4D therefore, each interpolation result is serialized in the selection section 5, and HD picture signal is acquired. A horizontal / perpendicular separable filter 3 performs processing mode1 and for mode3 by perpendicular interpolation filter 6A, performs processing mode2 and for mode4 by perpendicular interpolation filter 6B, and forms two scanning-lines data of HD picture signal. Next, HD picture signal is generated by interpolating HD pixel of four kinds of locations using the level filters 7A and 7B to each scanning line, and serializing in the selection section 8.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the conventional up converter which was mentioned above, even when an ideal filter is used as an interpolation filter, although the number of pixels increases, space resolution is not different from SD picture signal. Moreover, since an ideal filter cannot be used in fact, there is a problem that it can only perform generating HD picture signal with which resolution fell from SD picture signal.

[0007] As an approach of solving such a problem, SD picture signal is classified into some



classes based on the description of an input SD picture signal, and the class classification adaptation art which generates HD picture signal of high resolution using the prediction coefficient which becomes by the prediction data for every class beforehand generated by study is proposed (refer to JP,5-328185,A).

[0008] However, the problem that the predictability of HD picture signal will fall if a suitable class classification is not performed according to the description of an input SD picture signal when generating a prediction coefficient therefore to study when generating HD picture signal using a class classification adaptation approach is \*\*\*\*\*. That is, if the capacity of a class classification is not enough, HD picture signal which should be essentially divided into another class will be classified into the same class. For this reason, for the prediction coefficient obtained by study, the problem that the average of HD picture signal with which properties differ will be predicted, consequently resolution restoration capacity declines is \*\*\*\*\*.

[0009] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose the signal converter according to the description which can perform a suitable class classification and the signal transformation approach of an input signal.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, it sets to this invention. In the signal converter which changes the input picture signal of a low resolution into the picture signal of high resolution It has the 2nd class classification means which carries out the class classification of the input picture signal according to the 1st class classification means which carries out the class classification of the input picture signal according to the level distribution pattern in the field between space-time of an input picture signal, and the frequency characteristics of an input picture signal. The class classification section which outputs the class which carried out the class classification of the input picture signal for every class classification means, and combined the output of each class classification means, The prediction operation using the prediction coefficient to a prediction coefficient storage means to match and memorize the prediction coefficient of the interpolation pixel of the input picture signal set up beforehand for every class, and the input picture signal is performed, and it has the prediction operation part which generates a interpolation pixel.

[0011]

[Function] The prediction data which newly generated the class based on the class of the 1st class classification means and the class which combined the output of the 2nd class classification means, were made to correspond to the class concerned, and were set up beforehand are read, and the interpolation pixel of an input picture signal is obtained. Indicate the suitable thing which embraced the description of an input picture signal and which can be injured by the class.

[0012]

[Example] One example of this invention is explained in full detail about a drawing below.

[0013] 10 shown in drawing 1 shows an up converter with the two-dimensional non separable filter which generates HD picture signal from SD picture signal with the application of class classification adaptation processing as a whole. SD picture signal S1 inputted into this up converter 10 through the input edge 11 It is sent out to the class classification section 12 and the prediction operation part 13 by juxtaposition. Surrounding SD picture signal S1 of HD picture signal newly generated in the class classification section 12 The class data d0 are generated based on the description. A class d0 is sent out to the prediction coefficient (Read Only Memory) ROM 14 which is a storage means as address data.

[0014] The prediction coefficient for every class beforehand called for by study is stored in the prediction coefficient ROM 14 corresponding to the class d0. In a prediction coefficient ROM 14, the prediction data d1 are read by using a class d0 as address data, and it sends out to the prediction operation part 13. The prediction operation part 13 is the SD picture signal S1. It is the HD picture signal S2 by receiving and performing the predetermined prediction operation using the prediction data d1. It changes and sends out from an outgoing end 16.

[0015] It is formed from four prediction operation part 13A-13D, it sets to each operation part, and the prediction operation part 13 of an up converter 10 is four kinds of locations mode1 on

the scanning line 1, mode2, and mode3 and mode4, respectively. The corresponding HD pixels d2, d3, d4, and d5 are generated. At each prediction operation part 13A-13D, it is the SD picture signal S1, respectively. It receives and the sum-of-products operation using the prediction data d1 is performed. Each HD pixels d2, d3, d4, and d5 generated in each prediction operation part 13A-13D are sent out to the selection section 15. the selection section 15 -- each HD pixels d2, d3, d4, and d5 -- buffer memory (not shown) -- using -- desired time series -- rearranging -- an outgoing end 16 to HD picture signal S2 \*\*\*\*\* -- it outputs.

[0016] SD picture signal S1 inputted through the input edge 20 in the class classification section 12 as shown in drawing 2 It is sent out to the ADRC class classification section 21 and the Hadamard transform class classification section 22 by juxtaposition. The ADRC class classification section 21 and the Hadamard transform class classification section 22 generate classes c0 and c1, respectively, and send them out to the latter prediction coefficient ROM 14. In a prediction coefficient ROM 14, as shown in drawing 3, a class d0 is newly generated combining two kinds of classes which became independent of the ADRC class c0 and the frequency class c1, and the prediction data d1 beforehand stored in the prediction coefficient ROM 14 based on this class d0 are read.

[0017] It is the input SD picture signal S1 about 7 pixels which becomes by the class generation tap (O in drawing shows) in the class classification section 12 to the input SD picture signal S1 (O in drawing shows) as shown in drawing 4. It samples as a class generation tap. According to the waveform characteristic of an input signal, a class is generated using these 7 pixels.

[0018] In the ADRC class classification section 21, data compression processing by re-quantization is performed by ADRC to the PCM data for 7 pixels mentioned above, and the number of classes is reduced. That is, therefore, it is the number of classes for removing the minimum value of 7 pixels based on the dynamic range DR defined from 7-pixel data, and quantizing 1 bit of pixel level of each pixel accommodative 128 It reduces in a class. Although ADRC is developed as a bit reduction method for VTR (Video Tape Recorder), it is suitable for expressing the waveform characteristic of an input signal with the small number of classes.

[0019] With the quantization step size defined as re-quantization, the data compression processing by ADRC re-quantizes a pixel. The ADRC code ci obtained by re-quantization The dynamic range DR, re-quantifying bit number k, and SD pixel xi It reaches, the minimum pixel level MIN in the near field is used, and it is a degree type [several 1].

$$c_i = \frac{x_i - \text{MIN}}{\frac{\text{DR}}{2^k}} \dots\dots (1)$$

It is alike and, therefore, is expressed. Thus, input SD picture signal S1 The ADRC code ci which receives and is defined by (1) type It uses and the ADRC class c0 is generated. Thus, the ADRC class c0 obtained belongs to the field between space-time, and the condition of the pixel expressed becomes a thing with emphasis on the signal change near the attention pixel in the number of finite classes.

[0020] On the other hand, in the Hadamard transform class classification section 22, the class classification by frequency characteristics is performed by the Hadamard transform. two or more orthogonal transformation orthogonal transformation and a Hadamard transform cross at right angles mutually -- it is the orthogonal transformation which consists of the bases. Therefore, it is the input SD picture signal S1 to this Hadamard transform. It receives, orthogonal transformation is performed and it is the input SD picture signal S1. It separates into two or more orthogonal transformation components [ \*\*\*\* / that it is mutually-independent and /-less ].

[0021] That is, in the Hadamard transform class classification section 22, the 4th Hadamard transform is performed to the 1-dimensional input SD picture signal S1. The 4th Hadamard transform is a degree type [several 2] as input data X, the Hadamard transform matrix H, and an output Y.

$$Y = H X$$

$$\text{但し、} H = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{bmatrix}$$

..... (2)

It is alike and, therefore, is expressed. Since an output is obtained only by addition and subtraction, the burden of a Hadamard transform of a circuit is small so that the multiplier of the Hadamard transform matrix H of this (2) type may show.

[0022] the 4th Hadamard transform — the inside of the Hadamard transform matrix H — four Hadamard — the base exists. each — the base lies at right angles mutually and becomes separable into some frequency components. Hadamard — by the operation of the base and an input signal, four Hadamard components y1-y4 are obtained. Four Hadamard components y1-y4 are sent to the prediction coefficient ROM 14 of the next step. The frequency class c1 obtained from this Hadamard transform class classification section 22 is the input SD picture signal S1. The signal property covering the comparatively large range is grasped, and it is reflected in a pixel.

[0023] The class classification section 12 generates a specific class d0 using two kinds of class classification results, the ADRC class c0 and the frequency class c1, as shown in drawing 3. Thus, one input SD picture signal S1 By performing the class classification which received and combined two kinds of class classifications, the class classification corresponding to a wide range signal property can be performed as compared with one kind of class classification.

[0024] The class d0 outputted from the class classification section 12 is sent out to a prediction coefficient ROM 14. A prediction coefficient ROM 14 reads the prediction data d1 as the address of ROM, and sends out a class d0 to the prediction operation part 13. The prediction data d1 are used in the prediction operation part 13A-13D, and it is the input SD picture signal S1. It receives and a prediction operation is performed. Consequently, it sets to each prediction operation part 13A-13D, and they are the location mode1 on HD image - mode4. Presumed pixel y' of corresponding HD interpolation pixel is generated, respectively.

[0025] Presumed pixel y' generated in the prediction operation part 13A-13D is the input SD picture signal S1, as shown in drawing 5. 13 tap data xi which become by the attention pixel (O in drawing shows) and the circumference pixel (O in drawing shows) to depend Prediction coefficient wi which becomes by the prediction data d1 read from the prediction coefficient ROM 14 according to the class C0 It uses and it is the following prediction type [several 3].

$$y' = \sum_{i=1}^{13} w_i \times x_i = w_1 \times x_1 + \dots + w_{13} \times x_{13} \quad \dots\dots (3)$$

\*\*\*\*\* generation is carried out.

[0026] Prediction coefficient wi used here Therefore study is asked beforehand and it is stored in the prediction coefficient ROM 13.

[0027] Therefore, study of a prediction coefficient is performed in practice in the prediction coefficient study circuit 30 shown in drawing 6. That is, the HD picture signal S20 is thinned out and it sends out to the class classification section 32 which therefore changes into the SD picture signal S10, and becomes a filter 31 with the same configuration as the class classification section 12. The class classification section 32 performs class classification processing using the SD picture signal S10, and sets up a class d0 based on the classes c0 and

c1 obtained for every class classification, respectively.

[0028] On the other hand, the prediction coefficient calculation circuit 33 computes the prediction data d1 of HD interpolation pixel which corresponded for every class using the study data of a lot which become by HD pixel and SD pixel which can be obtained from the input HD picture signal S20. A linearity linear combination model is built using the prediction coefficient which consists of study data specifically mentioned above by prediction data, and it asks for a prediction coefficient using a least square method. Thereby, the prediction data d1 matched with the class d0 are registered into a prediction coefficient ROM 14.

[0029] Next, \*\*\*\*\* explanation is given at the prediction coefficient study procedure which shows the concrete calculation approach in drawing 7 about study of the prediction coefficient of the prediction type (3) type stored in a prediction coefficient ROM 14. That is, a prediction coefficient study procedure generates the study data corresponding to the image already known, in order to learn a prediction coefficient in a step SP 2 first, if started at a step SP 1.

[0030] Specifically in HD image shown in drawing 10, therefore, it expresses to the linearity linear combination model which therefore used the prediction coefficient for the study data of a lot which become by surrounding HD pixel and surrounding SD pixel about this HD attention pixel by making HD pixel into HD attention pixel. It asks for the prediction coefficient used at this time using a least square method for every class. In addition, if only one image is not used but much study data are generated using two or more images in case study data are generated in this way, a more exact prediction coefficient can be obtained.

[0031] At a step SP 3, it judges whether it was generated as the number of the study data generated at a step SP 2 was required to obtain a prediction coefficient. When judged with the number of study data not fulfilling a required number here, it moves from a prediction coefficient study procedure to a step SP 4. At a step SP 4, the class classification of the class study data is carried out. First, a class classification detects the local display flatness of study sampling data first, and chooses the pixel used for a class classification according to the detection result concerned. The small thing of change of an input signal can be excepted from the candidate for study by this, and the effect of a noise can be eliminated. A class classification of this class study data is the input SD picture signal S1. Therefore, it is made by performing the same processing as the case where a class classification is carried out.

[0032] Then, a prediction coefficient study procedure forms a normalization equation for every class in a step SP 5 based on the study data by which the class classification was carried out. Processing at a step SP 5 is explained concretely. Here, in order to become common, the case where n sampling pixels exist as study data is described. It is the pixel level x1, ..., xn of each sampling pixel first. About the relation of the pixel level y before the subsample of an attention interpolation pixel, they are prediction coefficients w1, ..., wn for every class. It expresses with the prediction type by the line type linear combination model of n tap to depend. It is a degree type [several 4] about this prediction type.

$$y = \sum_{i=1}^n w_i \times x_i \quad \text{..... (4)}$$

It is alike and is shown. Prediction coefficients w1, ..., wn in this (4) type The pixel level y is presumed by asking.

[0033] Next, prediction coefficients w1, ..., wn The example generated with a least square method is shown. A least square method is applied as follows. The following observation equation is considered as an accepted example, using Y as estimate for X by using input data and W into a prediction coefficient.

[Equation 5]

$$XW = Y$$

$$\text{但し、} X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{pmatrix}, \quad W = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdots \\ W_n \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdots \\ Y_m \end{pmatrix}$$

..... (5)

A least square method is applied to the data collected by the observation equation of this (5) equation. (5) In the example of a formula,  $n=13$  and  $m$  become the number of study data.

[0034] First, the following remainder equation is considered based on the observation equation of (5) equations.

[Equation 6]

$$XW = Y + E$$

$$\text{但し、} E = \begin{pmatrix} e_1 \\ \cdots \\ e_m \end{pmatrix} \quad \text{..... (6)}$$

(5) every from the remainder equation of an equation —  $w_i$  the most probable value — degree type [several 7]

$$\sum_{i=1}^m e_i^2 \quad \text{..... (7)}$$

It is considered the case where the conditions made into min are realized. Namely,  $w_i$  of (7) types The partial differential to depend is a degree type [several 8].

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_1} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_1} + \cdots e_m \frac{\partial e_m}{\partial w_1} = 0$$

$$(i = 1, 2, \cdots, n) \quad \text{..... (8)}$$

$w_1$  which considers  $n$  conditions based on  $i$  of this (8) type, and fills this at the time of \*\*, and  $w_2, \dots, w_n$  What is necessary is just to compute. Then, a degree type is obtained from a remainder equation (8) equation.

[Equation 9]

$$\frac{\partial e_1}{\partial w_1} = X_{11}, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_2} = X_{12}, \quad \cdots, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_n} = X_{1n}$$

$$(i = 1, 2, \cdots, n) \quad \text{..... (9)}$$

It is a degree type [several 10] by this (9) type and (8) types.

$$\sum_{i=1}^n e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^n e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^n e_i x_{im} = 0$$

..... (10)

\*\*\*\*\*. And the normal equation shown below is obtained from (6) equations and (10) equations.

[Equation 11]

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( \sum_{j=1}^m x_{j1} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^m x_{j1} x_{j2} \right) w_2 + \dots \\ + \left( \sum_{j=1}^m x_{j1} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^m x_{j1} y_j \right) \\ \left( \sum_{j=1}^m x_{j2} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^m x_{j2} x_{j2} \right) w_2 + \dots \\ + \left( \sum_{j=1}^m x_{j2} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^m x_{j2} y_j \right) \\ \vdots \\ \left( \sum_{j=1}^m x_{jn} x_{j1} \right) w_1 + \left( \sum_{j=1}^m x_{jn} x_{j2} \right) w_2 + \dots \\ + \left( \sum_{j=1}^m x_{jn} x_{jn} \right) w_n = \left( \sum_{j=1}^m x_{jn} y_j \right) \end{array} \right. \quad \dots (11)$$

(11) Since it is possible to form the equation of the same number as several  $n$  of an unknown, thereby, the normal equation of an equation is each  $\omega_{gi}$ . The most probable value can be calculated. This normal equation can be swept out and can be solved using law (method of elimination of Gauss-Jordan).

[0035] By this prediction coefficient calculation procedure, they are undetermined coefficients  $w_1, \dots, w_n$  for every class. Step SP2-SP3-SP4-SP5-SP's2 loop formation is repeated until the normalization equation of the same number as several  $n$  of an unknown is formed, in order to ask.

[0036] Thus, if a required number of normalization equations are obtained, at a step SP 3, an affirmation result will be obtained to the judgment of whether study data were completed, and it will move from processing to the prediction coefficient decision of a step SP 6.

[0037] The normalization equation of (11) equations is solved at a step SP 6, and they are the prediction coefficients  $w_1, \dots, w_n$  for every class. It determines. Thus, the obtained prediction coefficient is registered into storage means, such as ROM by which address division was carried out for every class at the following step SP 7. The prediction coefficient of class classification adaptation processing is generated by the above study, and prediction coefficient calculation procedure is ended at the following step SP 8.

[0038] It sets in the above configuration and is the SD picture signal S1 from the input edge 11 of an up converter 10. When inputted, it is the SD picture signal S1. It is sent out to the class classification section 12 and the prediction coefficient operation part 13 by juxtaposition. At the

class classification section 12, it is the SD picture signal S1. It is based, the class data d0 are generated, and it sends out to a prediction coefficient ROM 14. In a prediction coefficient ROM 14, the prediction coefficient d1 currently therefore called for is beforehand read to study according to the class data d0, and it sends out to the prediction coefficient operation part 13. [0039] SD picture signal S1 inputted into the class classification section 12 through the input edge 20 It is sent out to the ADRC class classification section 21 and the Hadamard transform class classification section 22 by coincidence. At the ADRC class classification section 21, it is the input SD picture signal S1. Therefore, a data compression is carried out to ADRC, and the ADRC class c0 is generated. On the other hand, at the Hadamard transform class classification section 22, it is the input SD picture signal S1. A Hadamard transform separates into bottom two or more mutually-independent orthogonal components, and the frequency class c1 is generated. [0040] In the class classification section 12, a class d0 is generated combining the ADRC class c0 and the frequency class c1, and it sends out to a prediction coefficient ROM 14. Thus, the generated class d0 becomes what doubled two kinds of class classification results, the ADRC class c0 and the frequency class c1. Therefore, input SD picture signal S1 It will have the class classification property of having doubled the ADRC class d0 of the field between space-time, and the frequency class d1 of a frequency domain. As compared with the case where this uses only one kind of class classification, it can respond to the signal property of the larger range. That is, SD picture signal S1 It can be injured now by the suitable class according to the description.

[0041] SD picture signal S1 sent out from the input edge 11 in each prediction operation part 13A-13D in the prediction coefficient operation part 13 And HD picture signal S2 corresponding to four locations on the scanning line (mode1 - mode4) based on the prediction data d1 sent out from a prediction coefficient ROM 14 It generates.

[0042] According to the above configuration, it is the input SD picture signal S1. The prediction coefficient which corresponds using the ADRC class c0 which receives, gives an ADRC class classification and a Hadamard transform class classification, and is obtained as a result, and the class d0 which doubled the property of both frequency classes c1 can be chosen. As compared with the case where this uses only one kind of class classification, the class classification corresponding to input signal characteristics is made more to a large area. Thereby, it is the input SD picture signal S1. HD picture signal whose space resolution raised the precision of the prediction coefficient used in case the suitable class classification corresponding to various signal properties generates nothing profit and HD picture signal, and improved can be acquired.

[0043] In addition, in an above-mentioned example, although the case where the class classification of the input picture signal was carried out based on the class by the combination which the ADRC class classification and the Hadamard transform class classification became independent of was described, therefore, this invention may be made to carry out the class classification of not only this but an ADRC class classification, and the Hadamard transform class classification at the class combined subordinately. The class classification with a precision high thereby more can make.

[0044] Moreover, in an above-mentioned example, although the case where the technique of ADRC was used for the data compression of tap data was described, the data compression of this invention may be carried out using the technique of not only this but DPCM (Differential Pulse Code Modulation), or VQ (Vector Quantization).

[0045] In a further above-mentioned example, although the case where Hadamard transform class classification was used as class classification of a frequency domain was described, this invention may use technique, such as the Fourier transform, karroo NENREBE conversion, haar conversion, and discrete cosine transformation (DCT), not only as this but as for example, the orthogonal transformation technique.

[0046] moreover, an above-mentioned example -- setting -- as an up converter -- two-dimensional -- non, although the case where a separable filter was used was described, this invention may use the up converter 40 which becomes with the perpendicular / level separable configuration which gave the same sign to the corresponding point not only with this but drawing 1 as shown in drawing 8.

[0047] SD picture signal S1 first inputted through the input edge 41 in the up converter 40. The class classification section 12 and the prediction operation part 43 are supplied. The prediction operation part 43 is divided into two kinds, perpendicular prediction operation part 43C corresponding to the locations mode3 and mode4 of perpendicular prediction operation part 43A and level prediction operation part 43B corresponding to the locations mode1 and mode2 of the scanning line, and the scanning line, and level prediction operation part 43D. At the class classification section 12, it is the input SD picture signal S1. The class d0 which responded is generated and it sends out to the prediction coefficient ROM 44 which is a storage means by which the tap prediction coefficient is memorized beforehand. The prediction coefficient ROM 44 is divided into perpendicular multiplier ROM44A and level multiplier ROM44B which memorize the vertical component and horizontal component of a tap prediction coefficient. A class d0 is supplied to each of perpendicular multiplier ROM44A and level multiplier ROM44B.

[0048] The perpendicular prediction coefficient d6 first outputted from perpendicular multiplier ROM44A is supplied to the perpendicular prediction operation part 43A and 43C. Input SD picture signal S1. The perpendicular estimate d7 and d8 is generated by the sum-of-products operation by the perpendicular prediction coefficient d6. This perpendicular estimate d7 and d8 is supplied to the level prediction operation part 43B and 43D of the next step.

[0049] The level prediction operation part 43B and 43D is supplied, and the level prediction coefficient d9 generated from level multiplier ROM44B is the HD pixel d10 and d11 by the sum-of-products operation with the perpendicular estimate d7 and d8. A signal is acquired. this HD pixel d10 and d11 HD picture signal S2 which a signal is transmitted alternatively, and it is appropriately rearranged in the selection section 15, and is an output more final than an outgoing end 46 \*\*\*\*\* — it is outputted. The same effectiveness as the example which this mentioned above is acquired.

[0050] Moreover, although the case where HD pixel of the attention pixel circumference was generated from SD pixel using the prediction coefficient showing the correlation of HD attention pixel and the transmission pixel of the attention pixel circumference was described, this invention is replaced not only with this but with a prediction coefficient, sets up beforehand the forecast of HD attention pixel for every class, and you may make it store it in a storage means in an above-mentioned example. The up converter 60 which gave the same sign to the corresponding point with drawing 1 as shown in drawing 9 is used for the signal transformation to HD picture signal of SD picture signal by the forecast.

[0051] The input edge 61 is led to this up converter 60, and it is the SD picture signal S1 to the class classification section 12. It is sent out. This class classification section 12 is the surrounding SD picture signal S1 of newly generated HD picture signal. A class d0 is generated based on the description, and it sends out to forecasts 62A-ROMs 62D. The forecast of HD pixel of the attention pixel circumference beforehand called for by study is stored in forecasts 62A-ROMs 62D for every class corresponding to the class d0. forecasts 62A-ROMs 62D — a class d0 — address data — carrying out — forecast d20 -d23 reading — the selection section 15 — leading — an outgoing end 63 — HD picture signal S2 \*\*\*\*\* — it outputs.

[0052] There is an approach using the weighted mean as the 1st method of calculating a forecast here. If division process of the weighted mean is therefore carried out to the frequency by which the increment was carried out according to the number of an attention pixel using SD pixel of the attention pixel circumference in the pixel value of the attention pixel (namely, HD pixel) which carried out the class classification of the attention pixel, and was integrated for every class, it will calculate a forecast by performing \*\*\*\*\* to various images when.

[0053] There is an approach by normalization as the 2nd method of furthermore asking for a prediction coefficient. This approach forms the block which consists of two or more pixels which contain an attention pixel first, and normalizes the value which therefore subtracted the reference value of that block from the pixel value of an attention pixel to the dynamic range within a block. Next, a forecast is obtained by carrying out division process of the accumulation value of this normalized value with cumulative frequency.

[0054] Moreover, in an above-mentioned example, although the case where signal transformation of the SD picture signal was carried out to HD picture signal was described, you may use for this.



invention generating the interpolation pixel not only at this but the time of carrying out image expansion.

[0055]

[Effect of the Invention] After carrying out the class classification of the input picture signal therefore as mentioned above at the 1st [ according to the level distribution pattern in the field between space-time ] class classification means, and the 2nd [ according to the frequency characteristics of an input picture signal ] class classification means according to this invention, Therefore as compared with one kind of class classification, the suitable class classification according to the property of an input picture signal is made more by carrying out a class classification therefore at the class which combined each class classification result, and the signal converter and the signal transformation approach which improved the resolution of an output picture signal can be realized to it.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the up converter which consists of two-dimensional non separable filters.

[Drawing 2] It is the block diagram with which explanation of the class classification section of drawing 1, a prediction coefficient ROM, and prediction operation part is presented.

[Drawing 3] It is the graph with which explanation of the class outputted from the class classification section is presented.

[Drawing 4] It is the abbreviation diagram showing the tap pattern of class generation.

[Drawing 5] It is the abbreviation diagram showing the prediction tap pattern of study data.

[Drawing 6] It is the block diagram with which explanation of registration of prediction data is presented.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows the study procedure of a prediction coefficient.

[Drawing 8] It is the block diagram showing an up converter with a perpendicular / level separable filter.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the up converter which generates a interpolation pixel using a forecast.

[Drawing 10] It is the abbreviation diagram showing the example of a spacial configuration of a SD/HD pixel.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the conventional two-dimensional non separable filter.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the conventional perpendicular / level separable filter.

## [Description of Notations]

2 3 .... An interpolation filter, 4A-4D .. A two-dimensional filter, 5, 8, 15 .. Selection section, 6A, 6B .... A perpendicular interpolation filter, 7A, 7B .. Level interpolation filter, 10, 40, 60 .... An up converter, 11, 20, 41, 61 .. Input edge, 12 32 [ .. An outgoing end, 21 / .. The ADRC class classification section, 22 / .. Hadamard transform section class classification section. ] .... 13 The class classification section, 43 .. 14 Prediction operation part, 44 .. A prediction coefficient ROM, 16, 23, 46, 63

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**